

F10

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209554

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int. Cl. ⁶
H01S 3/18

識別記号 庁内整理番号

F I
H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平9-6832

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月17日

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 関口 利貞

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

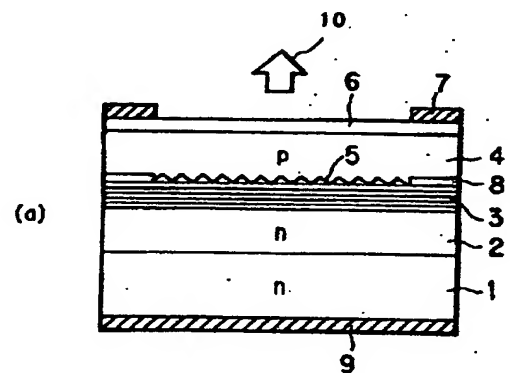
(74) 代理人 弁理士 伊丹 勝

(54) 【発明の名称】 面発光型半導体レーザ

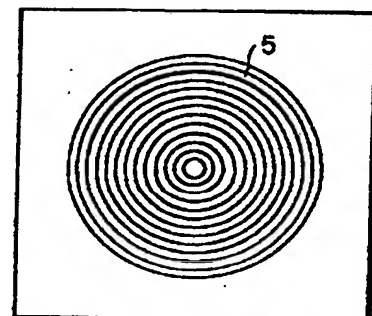
(57) 【要約】

【課題】 円形ビームを取り出して効率的にファイバに結合することを可能にすると共に、劈開を行うことなく良否判定を行い得るようにした回折格子を利用した面発光型半導体レーザを提供する。

【解決手段】 n型半導体基板1にn型下部クラッド層2、i型活性層3を含む導波路層及びp型上部クラッド層4が順次形成され、導波路層に沿って光の分布帰還のための回折格子が形成されたDFB型の半導体レーザであって、回折格子5は同心円パターンを描く2次の回折格子として、その同心円パターンの中心を中心として基板表面に平行な面内で360°方向にレーザ共振器を構成し、得られるレーザ光を回折効果により基板表面に垂直の方向に取り出すようにした。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板に下部クラッド層、活性層を含む導波路層及び上部クラッド層が順次形成され、前記導波路層に沿って光の分布帰還のための回折格子が形成された半導体レーザであって、

前記回折格子は同心円パターンを描く2次の回折格子として、その同心円パターンの中心を中心として基板表面に平行な面内で360°方向にレーザ共振器を構成し、得られるレーザ光を回折効果により基板表面に垂直の方向に取り出すようにしたことを特徴とする面発光型半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回折格子を利用した面発光型半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、単一縦モードの半導体レーザとして、DFB (Distributed Feed-Back) レーザやDBR (Distributed Bragg Reflector) レーザが知られている。DFBレーザは、電流注入がなされる活性領域で光の分布帰還を行うのに対し、DBRレーザは活性領域とは離れた活性領域の両側（または片側）に分布反射器を構成する点で異なるが、基本的に回折格子による光の分布帰還を利用する点で共通する。従って以下、DFBレーザをDBRレーザを含む回折格子型の半導体レーザの総称として用いる。DFBレーザは他の多くの半導体レーザと同様に基板表面と平行方向に出力光を射出する端面放射型である。この端面放射型では、出力光の垂直方向の拡がり角と水平方向の拡がり角とを同じにすることは難しく、従って出力光のファイバ等への結合効率がよくない。また、アセンブリも難しく、特に3次元的に光結合を行うような大容量ファイバ通信その他の高機能光集積回路システムを構築するには、不向きである。

【0003】これに対して近年、基板表面に垂直方向にレーザ出力光を取り出す面発光型半導体レーザが種々提案されている。面発光型半導体レーザは、大きく垂直型と水平型の2方式に分けられる。垂直型は、基板表面に垂直な方向にファブリ・ペロー型共振器を構成するもので、室温連続発振も報告されている。水平型は、通常のレーザと同様に基板表面に水平に共振器を構成して、回折格子等を用いて垂直方向に光を取り出すものであり、代表的には2次の回折格子を用いたDFBレーザがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】垂直型の面発光半導体レーザは、製造工程が複雑であり、また水平型と異なり反射ミラーは劈開面ではないから高反射率のミラーを得ることが難しいといった問題がある。これに対して、回折格子型の面発光半導体レーザは、従来のDFBレーザの製造技術をほぼそのまま利用できる点で有利である。

しかし、通常のDFBレーザの構造では発光面が数100μmという細長いものとなり、従ってファイバに対して効率的に結合することも難しいという問題がある。また通常のDFBレーザでは、例えば二つの劈開面の一方を100%反射ミラーとし、他方を反射防止膜をコーティングした出射端として利用することが行われるため、最終的に劈開しないと、良否が判定できないという問題もある。

【0005】この発明は、上記事情を考慮してなされたもので、円形ビームを取り出して効率的にファイバに結合することを可能にすると共に、劈開を行うことなく良否判定を行い得るようにした回折格子を利用した面発光型半導体レーザを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明は、半導体基板に下部クラッド層、活性層を含む導波路層及び上部クラッド層が順次形成され、前記導波路層に沿って光の分布帰還のための回折格子が形成された半導体レーザであって、前記回折格子は同心円パターンを描く2次の回折格子として、その同心円パターンの中心を中心として基板表面に平行な面内で360°方向にレーザ共振器を構成し、得られるレーザ光を回折効果により基板表面に垂直の方向に取り出すようにしたことを特徴としている。

【0007】この発明によると、同心円パターンを描く2次の回折格子を用いて、360°方向にレーザ共振器を構成している。ある任意の断面に着目すれば、従来提案されている面発光型のDFBレーザと同様であり、活性層で励起された光が回折格子で分布帰還されてレーザ発振すると同時に、一部は回折して基板面に垂直方向に取り出される。垂直方向に回折された光の一部は更に基板表面でフレネル反射して回折格子により再度導波路層に結合する。以上の動作が回折格子の中心を中心とする360°の全方向について行われて、劈開面による反射を利用することなく、回折格子パターンの中心に光強度のピークを持つ円形の出力光ビームが得られる。出力は、DFBにより単一縦モードとなる。

【0008】従ってこの発明によると、円形の出力光ビームが得られるから、例えばグレーティングレンズ等により円形ビーム形状を保ったまま集光することが容易であり、ファイバ等への結合に際して高い結合効率が得られる。また、レーザ共振に劈開面の反射を利用しないから、劈開によらずチップの良否判定を行うことができる。また、平面レーザアレイの作製が容易であり、これにより3次元光集積回路の構築が容易になる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。図1(a)(b)はこの発明の一実施例に係る面発光型DFBレーザの断面図と平面図である。n型の半導体基板1（好ましくは、バッファ層が形成されている）の上に、n型の下部クラッド層2、i

型の活性層 3 及び p 型の上部クラッド層 4 が順次形成されている。活性層 3 はこの実施例の場合、下部クラッド層 2 及び上部クラッド層 4 より屈折率の大きい材料からなる MQW 構造を有し、これがほぼそのまま導波路層となる。

【0010】活性層 3 はこの実施例の場合、基板全域に形成されており、その上部クラッド層 4 との界面近くに、同心円パターンをなして 2 次の回折格子 5 が形成されている。即ち同心円パターンを描く回折格子 5 全体の下部に活性層 3 がある。この同心円パターンの回折格子 5 は、例えば次のようにして作製することができる。活性層 3 が形成されたウェハに薄い導波路層 8 を形成し、この導波路層 8 上にレジストを塗布して、電子ビーム露光を行う。電子ビーム露光は、電子ビームをその露光量分布を調整しながら走査する。そしてレジストを現像して、ある断面で膜厚が三角波状の繰り返しとなるレジストパターンを形成して、これを用いて導波路層 8 をエッチングする。この様に回折格子 5 が形成された上に上部クラッド層 4 が積層され、更にオーミックコンタクト層 6 が形成されて、この上にアノード電極 7 が回折格子 5 のパターンの外側に形成される。基板 1 の裏面には全面にカソード電極 9 が形成される。

【0011】具体的に InP 系の DFB レーザの場合であれば、基板 1、下部クラッド層 2 及び上部クラッド層 4 には、InP を用い、活性層 3 には、少しずつ組成比 x, y を異ならせた $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, P_y 層を交互に複数層積層した MQW 構造を用いればよい。導波路層 8 は InGaAsP 層とする。

【0012】この実施例による DFB レーザは、回折格子 5 の中心を通る断面も図 1 (a) に示す断面構造となり、回折格子 5 の中心を中心とする 360° 方向に DFB 共振器が構成されたことになる。そして、レーザ共振により得られた光の一部は 2 次の回折格子 5 により基板表面に垂直方向に取り出される。回折格子 5 により上方に回折された光の一部は、基板表面でフレネル反射を起こして活性層 3 に戻され、これにより同心円パターンの回折格子 5 の中心で励起光がピークとなる定在波が立つ。以上により、図 1 (a) に矢印で示すように基板表面から円形の出力光ビーム 10 が得られる。

【0013】この実施例によると、DFB 共振器により単一縦モードのレーザ発振が得られることは勿論、出力光ビーム 10 が円形ビームとなるから、例えばグレーティングレンズ、平板マイクロレンズ等により集光してファイバに効率的に結合することが可能になる。またレーザ共振に劈開面の反射を利用していないから、劈開を行うことなく、ウェハ段階でチップの良否判定を行うことができる。更に、平面レーザアレイの作製も容易であり、三次元的な高機能光集積回路を構築することが可能

になる。

【0014】図 2 及び図 3 は、図 1 の実施例を僅かに変形した実施例である。図 1 の実施例では、回折格子 5 を電流の集中するアノード電極 7 の直下の領域を避ける形でほぼ基板全面に形成したのに対し、図 2 は電流が集中するアノード電極 7 の領域にオーバーラップする形で、基板端面まで達する大きさの回折格子 5 を形成している。また図 3 は、アノード電極 7 を ITO 等の透明導電膜により全面に形成している。この場合、回折格子 5 の領域直下が全て均等に電流注入されて光励起される活性領域となる。これらの実施例によっても、先の実施例と同様の効果が得られる。

【0015】図 4 (a) (b) は、更に別の実施例であり、電流注入される活性領域と回折格子 5 の領域を分離したいわゆる分布反射器構造 (DBR 構造) の場合の断面図と平面図である。この実施例の場合、先の実施例と同様にして上部クラッド層 4 まで形成されたウェハの上部クラッド層 4 の一部を選択エッチングして導波路層 8 を露出させ、ここに先の実施例と同様に回折格子 5 を形成する。回折格子 5 に隣接する領域がアノード電極 7 を持つ活性領域となる。

【0016】この実施例においても、アノード電極 7 直下の活性領域で励起されて回折格子 5 の領域に導波された光は、この回折格子 5 により 360° 方向に分布帰還され、レーザ発振による出力光が回折格子 5 の上方に取り出される。また回折格子 5 の領域で増幅された光の一部は通常の DBR レーザと同様に分布反射されてアノード電極 7 の直下の活性領域に帰還される。これにより、先の実施例と同様の円形出力光ビーム 10 を得ることができる。

【0017】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、同心円パターンの 2 次の回折格子を用いて円形出力光ビームを基板面に垂直方向に取り出すようにして、ファイバへの結合を容易にした面発光型半導体レーザを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一実施例に係る DFB レーザの構成を示す。

【図 2】 他の実施例の DFB レーザの構成を示す。

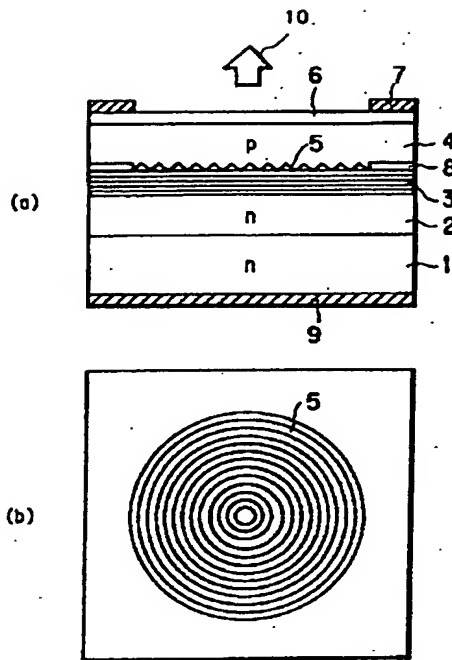
【図 3】 他の実施例の DFB レーザの構成を示す。

【図 4】 他の実施例の DFB レーザの構成を示す。

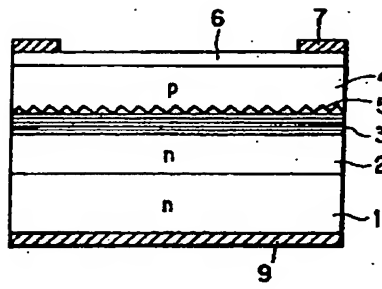
【符号の説明】

1…半導体基板、2…下部クラッド層、3…活性層、4…上部クラッド層、5…回折格子、6…オーミックコンタクト層、7…アノード電極、8…導波路層、9…カソード電極、10…円形出力光ビーム。

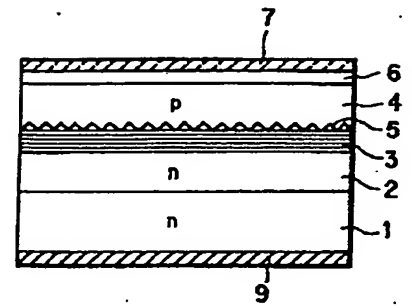
【図 1】



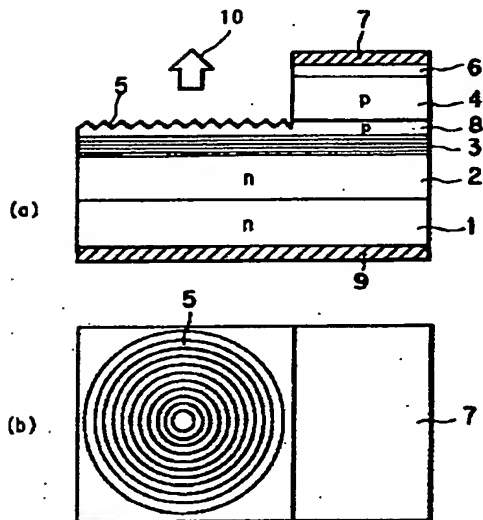
【図 2】



【図 3】



【図 4】





PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10209554 A**(43) Date of publication of application: **07.08.98**(51) Int. Cl. **H01S 3/18**(21) Application number: **09006832**(71) Applicant: **FUJIKURA LTD**(22) Date of filing: **17.01.97**(72) Inventor: **SEKIGUCHI TOSHISADA**(54) **SURFACE EMISSION TYPE SEMICONDUCTOR LASER**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface emission type semiconductor laser which makes it possible to fetch a circular beam and to couple it to fiber efficiently and utilizes a diffractive grating makes it possible to judge defective and non- defective without cleaving.

SOLUTION: A DFB semiconductor laser is provided by forming an n-type lower clad layer 2, a waveguide layer, containing an i-type active layer 3, and a p-type upper clad layer 4 successively on an n-type semiconductor substrate 1, and a diffraction grating is formed along the waveguide layer for the distributed feedback of a light. The diffraction grating 5 constitutes, as the secondary diffraction grating describing a concentric circular pattern, a laser resonator on the plane in parallel with the substrate surface in 360° direction centering on the center of a concentric circular pattern point, and the obtained laser beam is fetched in the direction vertical to substrate surface by diffraction effect.

